



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 50 360 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
B 23 Q 1/00
B 23 Q 5/22
// H02K 41/02

⑳ Aktenzeichen: 196 50 360.4
㉔ Anmeldetag: 5. 12. 96
㉕ Offenlegungstag: 7. 5. 98

DE 196 50 360 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
196 44 682. 1 28. 10. 96

⑦① Anmelder:
Wurst, Karl-Heinz, Dr.-Ing., 70825
Korntal-Münchingen, DE

⑦④ Vertreter:
Jackisch-Kohl und Kollegen, 70469 Stuttgart

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Antriebseinheit für eine Maschine

⑤⑦ Die Vorrichtung zur Gestaltung von Werkzeugmaschinen und Bearbeitungseinheiten weist Linear-Antriebseinheiten auf, die aus einem Antriebsmittel, Linearführungssystemen, Meßsystemen und Bremsen bestehen. Um die Antriebsmodule so auszubilden, daß sie durch ihre Eigenschaften und Form für unterschiedliche Maschinen als Basiselement für ein Baukastensystem eingesetzt werden können, sind die Linear-Antriebseinheiten in eine eigensteife, das Antriebsmittel umschließende, tragende mechanische Struktur integriert. Hierbei stellt der tragende Gestellteil des Antriebes auch ein Gestellteil der Werkzeugmaschine dar. Der Gestellteil weist hierzu mechanische Schnittstellen auf bzw. wird die eigensteife tragende Struktur von einem beweglichen Schlitten umschlossen. Die Antriebsmodule können sowohl als Einzelantriebsmodule als auch zum Aufbau von Werkzeugmaschinen verwendet werden.

DE 196 50 360 A 1

Die Erfindung betrifft eine Antriebseinheit für eine Maschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Es ist bekannt, Antriebselemente, insbesondere Linearantriebselemente, von Antriebssystemen so zu gestalten, daß die mechanischen Elemente, wie zum Beispiel Schlitten, Kugellrollspindel, Führungen, Motor und Meßsystem, eine Einheit bilden. Solche Ausbildungen sind bekannt für Kugelgewindeantriebe, Zahnriemenantriebe, pneumatische Antriebe und Lineardirektantriebe. Nachteilig ist bei allen diesen Ausführungen, daß sie zwar eine tragende Struktur in dem Sinne haben, daß die bewegten Elemente und die Führungselemente, zum Beispiel Linearwälführungen, zueinander justiert und miteinander verbunden sind. Bei der Anwendung in Maschinen muß jedoch noch eine tragende steife, lastaufnehmende Struktur vorhanden sein. An diese Struktur werden in der Regel konstruktive Anforderungen gestellt, die eine Rückwirkung auf das regelungstechnische Verhalten des Antriebssystems haben. Der Konstrukteur solcher Strukturen hat üblicherweise keine Kenntnisse hierüber, so daß es häufig vorkommt, daß nach dem Zusammenbau des Antriebssystems mit der lastaufnehmenden Struktur die erforderlichen Eigenschaften des Antriebssystems nicht erreicht werden, weil die Eigenschaften, insbesondere die Steifigkeit, der umgebenden Konstruktion hierzu nicht abgestimmt sind. Die steife, lastaufnehmende Struktur muß zudem so ausgebildet sein, daß sie eine hochpräzise Aufnahme fläche aufweist, an der die Bewegungseinheiten als Ganzes so befestigt werden können, daß eine Verformung der Bewegungseinheit nicht auftritt. Insbesondere sind bisherige Antriebseinheiten auch so ausgebildet, daß sie nur ein spezielles Antriebssystem mit einem Antriebsschlitten verwirklichen lassen. Eine nachträgliche Änderung des Antriebssystems unter Beibehaltung von Basiselementen ist nicht möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Antriebseinheit so auszubilden, daß die erforderlichen Eigenschaften des Antriebssystems nach ihrem Einbau erreicht werden, ohne daß hierzu aufwendige Maßnahmen erforderlich sind.

Diese Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Antriebseinheit erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Antriebseinheit bilden das Antriebssystem und das eigensteife, tragende Gestell eine Baueinheit bzw. ein Baukastenelement. Da das Antriebssystem und das eigensteife Gestell aufeinander abgestimmt sind, kann dieses Baukastenelement unmittelbar beispielsweise für den Aufbau einer Werkzeugmaschine eingesetzt werden. Der Maschinenkonstrukteur muß darum keine Rücksicht auf das regelungstechnische Verhalten des Antriebssystems nehmen. Die Eigensteifigkeit des Gestelles ist auf das Antriebssystem bereits abgestimmt, so daß der Maschinenkonstrukteur die Gewißheit hat, daß nach dem Ein- und/oder Anbau der erfindungsgemäßen Antriebseinheit das Antriebssystem einwandfrei arbeitet. Das eigensteife tragende Gestell kann mit unterschiedlichen Antriebssystemen ausgestattet werden.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

Die Erfindung wird anhand einiger in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in explosiver Darstellung eine erfindungsgemäße Antriebseinheit,

Fig. 1a einen Querschnitt durch die Antriebseinheit ge-

maß Fig. 1,

Fig. 2 bis Fig. 4 in Darstellungen entsprechend Fig. 1 jeweils weitere Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Antriebseinheiten,

Fig. 5 in perspektivischer Darstellung eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Antriebseinheit,

Fig. 5a einen Querschnitt durch die Antriebseinheit gemäß Fig. 5,

Fig. 6a bis Fig. 6c jeweils verschiedene Anwendungsmöglichkeiten einer erfindungsgemäßen Antriebseinheit,

Fig. 7a bis Fig. 7c verschiedene Möglichkeiten der Verbindung von erfindungsgemäßen Antriebseinheiten,

Fig. 8 in Seitenansicht und vereinfachter Darstellung eine erfindungsgemäße Antriebseinheit entsprechend Fig. 5, an die Abstützungen und ein Werkzeugkopf angeschlossen sind,

Fig. 9 in Seitenansicht und in vereinfachter Darstellung eine erfindungsgemäße Antriebseinheit, die an einer Stütze montiert ist,

Fig. 10 in perspektivischer Darstellung drei erfindungsgemäße Antriebseinheiten, die einen Träger steuern.

Fig. 11 bis Fig. 14 in perspektivischer Darstellung erfindungsgemäße Antriebseinheiten, die mit Strukturmodulen verbunden sind.

Die Antriebseinheit gemäß Fig. 1 ist als Antriebsmodul ausgebildet und hat ein eigensteifes Gestell 2, das U-förmigen Querschnitt hat. An den Außenseiten seiner parallel zueinander liegenden Schenkel 30, 31 und seines die Schenkel verbindenden Steges 32 sind Schnittstellen 3 vorgesehen, über die das Antriebsmodul 1 mit weiteren Antriebsmodulen verbunden werden kann. Die Zahl und Anordnung der Schnittstellen 3 an den Schenkeln 30, 31 und am Steg 32 kann beliebig sein. Die Schnittstellen 3 haben jeweils eine Stützfläche 33, die vorteilhaft eben ist. Benachbarte Antriebsmodule 1 liegen mit diesen Stützflächen 33 flächig aneinander. Die Schnittstellen 3 werden von Schrauben und/oder Verbindungsstiften durchsetzt, mit denen die aneinanderliegenden Antriebsmodule 1 fest miteinander verbunden werden können.

Das Gestell 2 ist als tragende, eigensteife Struktur ausgebildet und als Leichtbaukonstruktion beliebiger Art ausgeführt. Im Bereich zwischen den Schenkeln 30, 31 des Gestelles 2 befindet sich ein Lineardirektantriebssystem 34, das einen bewegten Antriebsteil hat, der aus zwei Primärteilen eines Antriebes 4 besteht. Diese Primärteile 4 liegen zwischen zwei Sekundärteilen 5, die an den einander zugewandten Innenseiten der Schenkel 30, 31 des Gestelles 2 befestigt sind. Zwischen den Primärteilen 4 und den Sekundärteilen 5 befindet sich ein Luftspalt 8 (Fig. 1a), der als Luftlager ausgebildet sein kann. Dies hat den Vorteil, daß die Anzugskräfte im Luftspalt 8 in ihrer Wirkung auf das Gestell 1 eliminiert, zumindest aber deutlich verringert werden können, wodurch die Kräfte auf Führungen 7 für einen Antriebsschlitten 6 ebenfalls deutlich verringert werden. Die beschriebene Anordnung der Primär- und der Sekundärteile 4, 5 des Antriebes an den Innenseiten der Schenkel 30, 31 des Gestelles 1 bewirkt, daß innerhalb des Lineardirektantriebssystems nahezu Kräftegleichgewicht herrscht.

Der Antriebsschlitten 6 kann eine beliebige Geometrie aufweisen. Er wird durch insgesamt drei Linearführungen 7 geführt. Die eine Linearführung 7 ist an der Innenseite des Steges 32 des Gestelles 2 in halber Breite vorgesehen und erstreckt sich vorteilhaft über die gesamte Länge des Steges 32. Die beiden anderen Linearführungen 7 sind an den beiden Stirnseiten 35, 36 der Schenkel 30, 31 des Gestelles 2 befestigt. Auch diese Linearführungen 7 erstrecken sich über die gesamte Länge der Schenkel 30, 31. Der Antriebsschlitten 6 ist mit entsprechenden Gegenführungen 37 ver-

sehen, welche die profilierten Linearführungen 7 umgreifen. Der Antriebsschlitten 6 hat einen plattenförmigen Grundkörper 38 (Fig. 1), der außerhalb des Gestelles 2 angeordnet ist. Von der Rückseite des Grundkörpers 38, an welcher die Gegenführungen 37 vorgesehen sind, steht senkrecht ein plattenförmiger Träger 39 ab, der sich mit Abstand zwischen den beiden Primärteilen 4 des Lineardirektantriebssystems in Richtung auf den Steg 32 des Gestelles 2 erstreckt und der an seiner freien Stirnseite mit mindestens einer Gegenführung 37 versehen ist, welche die stegseitige Linearführung 7 umgreift.

In Fig. 1a ist eine Variante dargestellt, bei der die Linearführungen 7 am Träger 39 des Antriebsschlittens 6 vorgesehen sind. An der Innenwand des Steges 32 des Gestelles 2 ist in halber Breite die Gegenführung 37 für die trägerseitige Linearführung 7 vorgesehen. Die Schenkel 30, 31 des Gestelles 2 weisen an ihren freien Enden in Richtung zueinander sich erstreckende Verbreiterungen auf, an deren einander zugewandten Stirnseiten die weiteren Gegenführungen 37 befestigt sind, in welche die entsprechenden Führungen 7 des Antriebsschlittens 6 eingreifen. Im übrigen entspricht das Antriebsmodul 1 der Fig. 1a vollständig dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1.

In das Antriebsmodul 1 ist ein Meßsystem 9 für die Antriebsregelung in bezug auf die Lage und Geschwindigkeit integriert. Da solche Meßsysteme an sich bekannt sind, werden sie nicht näher beschrieben. Das Meßsystem 9 befindet sich nahe den Stirnseiten der Schenkel 30, 31 innerhalb des Gestelles 2. Weiterhin ist innerhalb des Gestelles 2 eine Bremseinrichtung 10 angeordnet, die beispielsweise als Kolben-Zylinder-Vorrichtung ausgebildet ist. Auch solche Bremseinrichtungen sind an sich bekannt und werden darum nicht näher beschrieben. Die Bremseinrichtung 10 kann so ausgebildet sein, daß sie nicht nur als Bremse für den Antriebsschlitten 6, sondern auch zur Gewichtskompensation eingesetzt werden kann, falls das Antriebsmodul 1 so eingebaut ist, daß der Antriebsschlitten 6 in vertikaler Richtung verfahrbar ist. Das Meßsystem 9 und die Bremseinrichtung 10 liegen auf einander gegenüberliegenden Seiten des Trägers 39 des Antriebsschlittens 6. Dadurch wird eine optimale Raumaussnutzung des Gestelles 2 erreicht.

Das Gestell 2 kann mit seinem unteren Ende auf eine Abschlußplatte 40 (Fig. 1) aufgesetzt und mit ihr verbunden werden. Auf die andere Stirnseite des Gestelles 2 kann eine elektrische Schnittstelle 15 für eine übergeordnete Steuerung aufgesetzt werden. Diese Schnittstelle 15 ist auf einem Gehäuse 41 angeordnet, das einen Leistungsverstärker 13 und eine Steuerung 14 für das Antriebsmodul 1 enthält. Somit entsteht ein autonom arbeitendes Antriebsmodul 1, das über die elektrische Schnittstelle 15 von der übergeordneten Steuerung angetrieben werden kann.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist im wesentlichen gleich ausgebildet wie die Ausführungsform nach Fig. 1. Für den Antrieb des Antriebsschlittens 6a ist ein Kugelgewindeantrieb 42 vorgesehen, der ebenfalls im Bereich zwischen den beiden Schenkeln 30, 31 des Gestelles 2 angeordnet ist. Der Kugelgewindeantrieb 42 hat eine Kugelrollspindel 11, die im tragenden eigensteifen Gestell 2 fest eingespannt ist. Das untere Ende der Kugelrollspindel 11 ist in der Abschlußplatte 40 befestigt. Über der Kugelrollspindel 11 ist ein Statorteil 12 eines Elektromotors angeordnet, der an der Rückseite des Grundkörpers 38 des Antriebsschlittens 6a vorgesehen ist. Der Statorteil 12 treibt eine Kugelumlaufmutter 43, die am (nicht dargestellten) Rotor des Antriebsmotors befestigt ist. Wenn die Kugelumlaufmutter 43 rotiert, bewegt sie sich zusammen mit dem Statorteil 12 längs der Kugelrollspindel 11, wodurch der Antriebsschlitten 6a je nach Drehrichtung der Kugelumlaufmutter 43 verfahren

wird. Über die Linearführungen 7 und die Kugelrollspindel 41 wird der Antriebsschlitten 6a einwandfrei geführt. Im Unterschied zum vorigen Ausführungsbeispiel ist am Steg 32 des Gestelles 2 eine Linearführung für den Antriebsschlitten 6a nicht erforderlich, da hierfür die Kugelrollspindel 11 als Führung vorgesehen ist. Selbstverständlich kann aber auch an der Innenseite des Steges 32 eine Linearführung 7 vorhanden sein – entsprechend dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 –, so daß der Antriebsschlitten 6a entsprechend der vorigen Ausführungsform ebenfalls mittels dreier Linearführungen 7 geführt wird. Diese Linearführungen 7 können auch entsprechend der in Fig. 1a dargestellten Anordnung am Gestell 2 vorgesehen sein.

Das Gestell 2 ist, wie auch die Ausführungsform nach Fig. 1, innenseitig im Bereich des Überganges zwischen dem Steg 32 zu den Schenkeln 30, 31 verstärkt ausgebildet, um eine hohe Eigensteifigkeit zu erhalten. Auf das Gestell 2 kann das Gehäuse 41 mit dem Leistungsverstärker 13 und der Steuerung 14 befestigt werden. Auf dem Gehäuse 41 kann die elektrische Schnittstelle 15 für die übergeordnete Steuerung vorgesehen sein. Im übrigen ist dieses Ausführungsbeispiel gleich ausgebildet wie die Ausführungsform nach Fig. 1.

Die Ausführungsformen nach den Fig. 1, 1a und 2 stellen Einschlittensysteme dar, d. h. die Antriebsmodule 1 sind mit nur einem Antriebsschlitten 6, 6a versehen. Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform, bei der das Antriebsmodul 1 mit zwei Antriebsschlitten 6, 6' versehen ist, die unabhängig voneinander verfahrbar sind. Die beiden Antriebsschlitten 6, 6' sind gleich ausgebildet wie der Antriebsschlitten 6 gemäß Fig. 1. Zum Antrieb der beiden Antriebsschlitten 6, 6' dient das Lineardirektantriebssystem mit den Primärteilen 4 und den Sekundärteilen 5. Abgesehen von den beiden Antriebsschlitten ist diese Ausführungsform gleich ausgebildet wie das Ausführungsbeispiel nach Fig. 1. Die Führung der beiden Antriebsschlitten 6, 6' kann auch so ausgebildet sein wie bei der Ausführungsform nach Fig. 1a.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 4, das ebenfalls ein Zweischlittensystem darstellt, verwendet als Antrieb den Kugelgewindeantrieb 42, der gleich ausgebildet ist wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2. Auch die beiden Antriebsschlitten 6, 6' sind gleich ausgebildet wie bei der Ausführungsform nach Fig. 2. Die Kugelrollspindel 11 steht fest und ist in das Gestell 2 fest eingespannt. Die Kugelumlaufmutter 43 drehen sich, so daß die Antriebsschlitten 6, 6' längs der Kugelrollspindel 11 verfahren werden. Im übrigen ist diese Ausführungsform wiederum gleich ausgebildet wie das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2.

Bei den beiden Zweischlittensystemen gemäß den Fig. 3 und 4 sind die untere Abschlußplatte 40 sowie das Gehäuse 41 vorgesehen, in dem der Leistungsverstärker 13 und die Steuerung 14 für die Antriebsmodule 1 untergebracht sind. Auf dem Gehäuse 41 kann außerdem die elektrische Schnittstelle 15 für die übergeordnete Steuerung angeordnet sein.

Aufgrund der beschriebenen Ausbildung des Kugelgewindeantriebes 42 gemäß Fig. 4 können alle schlittenunabhängigen Elemente für beide Antriebsschlitten 6, 6' verwendet werden.

Bei beiden Ausführungsformen nach den Fig. 3 und 4 sind die Gestelle 2 tragend und eigensteif ausgebildet. Je nach Länge des Gestelles 2 können selbstverständlich noch weitere Antriebsschlitten vorgesehen sein, die vorteilhaft unabhängig voneinander angesteuert und verfahrbar sind.

Auch die in Fig. 5 dargestellte Ausführungsform stellt ein Zweischlittensystem mit den beiden Antriebsschlitten 16, 16' dar. Je nach Länge des Gestelles 2a können auch weitere Antriebsschlitten vorgesehen sein. Ebenso kann dieses Aus-

führungsbeispiel auch nur einen Antriebsschlitten aufweisen. Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen ist das tragende, eigensteife Gestell 2a innenliegend angeordnet, während die Antriebsschlitten 16, 16' das Gestell 2a umgeben. Es hat dreieckförmigen Querschnitt und weist drei gleich lange und gleich breite plattenförmige Gestellteile 44 auf (Fig. 5a), die an ihren Längsseiten aneinanderstoßen. An den Stirnseiten des Gestelles 2a sind die mechanischen Schnittstellen 17 vorgesehen, über welche mehrere Antriebsmodule 1a stirnseitig miteinander verbunden werden können. Auch die Innenkontur 18 des Gestelles 2a kann als Form- und/oder Kraftschluß bei der Verbindung mit weiteren Gestellen herangezogen werden.

An den drei Längskanten des Gestelles 2a sind über seine Länge sich erstreckende Leisten 45 befestigt (Fig. 5a), die jeweils rechteckigen Querschnitt haben und auf deren freien Stirnseiten Linearführungen 19 befestigt sind. In Fig. 5 sind der Übersichtlichkeit wegen die Leisten 45 nicht dargestellt. Die Linearführungen 19 haben gleiche Querschnittsform wie die Linearführungen 7 gemäß den Fig. 1, 1a und 2. Sie werden von Gegenführungsteilen 46 umgriffen (Fig. 5a), die an den Antriebsschlitten 16, 16' vorgesehen sind.

Die beiden Antriebsschlitten 16, 16' werden jeweils über ein Lineardirektantriebssystem 34 unabhängig voneinander angetrieben, so daß beide Antriebsschlitten längs der Linearführungen 19 in der gewünschten Richtung verfahren werden können. Die Antriebsschlitten 16, 16' haben, da sie das Gestell 2a umgreifen, ebenfalls dreieckigen Umriß. An den Längskanten der Antriebsschlitten 16, 16' sind die Gegenführungsteile 46 vorgesehen. Auf den Außenseiten der Gestellteile 44 ist jeweils ein Sekundärteil 20 befestigt. Ihnen liegen unter Bildung jeweils eines Luftspaltes 24 die Primärteile 21 des Lineardirektantriebssystems 34 gegenüber. Sie sind an den Innenseiten der Antriebsschlitten 16, 16' vorgesehen. Die Luftspalte 24 können wiederum vorteilhaft als Luftlager ausgebildet sein.

Wie bei den vorhergehenden Ausführungsformen sind in das Antriebsmodul 1a Meßsysteme 22 und Bremsen 23 integriert, wobei die Bremsen 23 wiederum zur Gewichtsentlastung bei vertikaler Anordnung des Gestelles 2a dienen können. Das Meßsystem 22 ist, wie Fig. 5a zeigt beispielsweise benachbart zu einer Leiste 45 des Gestelles 2a vorgesehen. Die Bremseinrichtung 23 ist an der gegenüberliegenden Leiste 45 angeordnet.

Auch das Gestell 2a ist tragend und eigensteif ausgebildet. Die anhand der vorigen Ausführungsformen beschriebenen vorteilhaften Wirkungen treten auch bei diesem Gestell auf.

Fig. 6a zeigt die Möglichkeit, das eigensteife Antriebsmodul 1 als Gestellstruktur mit Strukturmodulen 26 zu verbinden. Diese Strukturmodule 26 sind vorteilhaft in Leichtbaukonstruktion ausgeführt. Das Antriebsmodul 1 ist über die Schnittstellen 3 mit Schnittstellen 25 der Strukturmodule 26 verbunden. Die Strukturmodule 26 sind gleich ausgebildet und als Platten- oder Balkenmodule ausgebildet, mit denen das Antriebsmodul 1 mit Abstand oberhalb des Bodens 47 abgestützt wird. Die Strukturmodule 26 liegen unter einem Schnittstellenwinkel α von 45° zum Boden 47, auf dem die Strukturmodule 26 mit einer weiteren Schnittstelle 25' befestigt sind. Die unteren Schnittstellen 25' sind mit geeigneten Verankerungsmitteln auf dem Boden 47 gehalten. Das horizontal sich erstreckende Antriebsmodul 1 ist so angeordnet, daß der (die) Antriebsschlitten 6, 6' auf der vom Boden 47 abgewandten Seite des Antriebsmoduls 1 vorgesehen ist (sind). Der (Die) Antriebsschlitten 6, 6' ist (sind) längs der Führungen 7 verfahrbar.

Fig. 6b zeigt die Möglichkeit, anstelle des einen, schräg verlaufenden Strukturmoduls 26 ein vertikales Strukturmo-

dul 27 zu verwenden. Es kann wiederum als Balken- oder Plattenmodul, vorzugsweise in Leichtbauweise, ausgebildet sein. Das vertikale Strukturmodul 27 weist die obere und die untere mechanische Schnittstelle 25 auf, mit der es mit der entsprechenden Schnittstelle 3 des Antriebsmoduls 1 bzw. mit dem Boden 47 verbunden wird. Das vertikale Strukturmodul 27 schließt einen Schnittstellenwinkel von 90° mit dem Boden 47 ein. Auch bei dieser Ausbildung erstreckt sich das Antriebsmodul 1 mit Abstand oberhalb des Bodens 47 horizontal.

Der (Die) Antriebsschlitten 6, 6' ist (sind) auf der Oberseite des Antriebsmoduls 1 längs der Linearführungen 7 verfahrbar.

Fig. 6c zeigt die Möglichkeit, das Antriebsmodul 1 auch hängend anzuordnen. In diesem Falle sind die beiden Strukturmodule 26 mit ihren Schnittstellen 25' an einer Decke 48 befestigt. Die Strukturmodule 26 schließen auch in diesem Falle einen Schnittstellenwinkel α von 45° mit der Decke 48 ein. Das Antriebsmodul 1 ist horizontal mit Abstand unterhalb der Decke 48 so angeordnet, daß der (die) Antriebsschlitten 6, 6' an der Unterseite des Antriebsmoduls 1 vorgesehen ist (sind).

Die Fig. 6a bis 6c zeigen lediglich beispielhaft, wie das Antriebsmodul über entsprechende Strukturmodule 26, 27 im Raum gehalten werden kann. So ist es auch möglich, die Strukturmodule 26, 27 beispielsweise an einer vertikalen oder einer schrägen Wand zu befestigen. Die Strukturmodule 26, 27 werden entsprechend den erforderlichen Gegebenheiten vorgesehen. Je nach Länge des Antriebsmoduls 1 wird eine entsprechende Zahl von Strukturmodulen eingesetzt. Auch das Antriebsmodul 1a gemäß den Fig. 5, 5a wird über solche Strukturmodule 26, 27 in geeigneter Weise gehalten bzw. abgestützt. Der Schnittstellenwinkel α kann je nach den Anforderungen beliebig variiert werden. Ebenso läßt sich auch die Länge der Strukturmodule 26, 27 je nach den Anforderungen variieren.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 7a sind drei Antriebsmodule 1 über Strukturmodule 26 miteinander verbunden. Die drei Antriebsmodule 1 liegen in den Ecken eines gedachten Dreieckes. Die beiden Strukturmodule 26 sind gleich ausgebildet wie beim Ausführungsbeispiel nach den Fig. 6a bis 6c. Die beiden Schnittstellen 25, 25' der Strukturmodule 26 sind an die Schnittstellen 3 der Antriebsmodule 1 angeschlossen. Die Antriebsmodule 1 können einen, zwei oder mehr Antriebsschlitten 6, 6' aufweisen. Die Antriebsmodule können auch eine Ausbildung entsprechend den Fig. 5, 5a haben. Die Antriebsmodule 1 sind so angeordnet, daß die Antriebsschlitten auf den einander zugewandten Seiten der Antriebsmodule vorgesehen sind. Die Strukturmodule 26 haben einen Schnittstellenwinkel α von 45° .

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 7b sind ebenfalls drei Antriebsmodule 1 vorgesehen, die an den Ecken eines gedachten Dreieckes angeordnet sind. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 7a sind zwei der drei Antriebsmodule 1 schräg angeordnet, so daß die den Grundkörper der Antriebsschlitten 6, 6' enthaltenden Ebenen winklig zueinander liegen. Beim vorigen Ausführungsbeispiel verlaufen zwei dieser Ebenen parallel zueinander sowie senkrecht zur entsprechenden Ebene des dritten Antriebsmoduls 1. Weiter sind sämtliche Antriebsmodule 1 durch die Strukturmodule 26 miteinander über deren Schnittstellen 25, 25' verbunden, die an die entsprechenden Schnittstellen 3 der Antriebsmodule angeschlossen sind. Die Antriebsschlitten 6, 6' sind auf den einander zugewandten Seiten der Antriebsmodule 1 vorgesehen. Der Schnittstellenwinkel α der Strukturmodule 26 beträgt bei diesem Ausführungsbeispiel 30° . Auch bei dieser Ausführungsform können die Antriebsmodule 1 einen, zwei oder mehr Antriebsschlitten 6, 6'

aufweisen. Auch können die Antriebsmodule eine Ausbildung entsprechend den Fig. 5, 5a haben.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 7c werden sechs Antriebsmodule 1 über die Strukturmodule 26 miteinander verbunden. Die Strukturmodule 26 haben jeweils gleiche Länge, so daß die Antriebsmodule 1 an den Ecken eines gedachten regelmäßigen Sechsecks liegen. Die Strukturmodule 26 sind über ihre Schnittstellen 25, 25' an die Schnittstellen 3 der Antriebsmodule 1 angeschlossen. Sie sind wiederum so angeordnet, daß die Antriebsschlitten 6, 6' an den einander zugewandten Seiten der Antriebsmodule angeordnet sind. Der Schnittstellenwinkel α , den die Strukturmodule 26 mit ihren Schnittstellen 25, 25' einschließen, beträgt 60°. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel können die Antriebsmodule einen, zwei oder mehr Antriebsschlitten aufweisen. Auch können sie eine Gestaltung entsprechend den Fig. 5, 5a haben.

Die Antriebsmodule 1 in den Fig. 7a bis 7c sind so dargestellt, daß sie parallel zueinander verlaufen. Sie können aber auch in beliebigen Winkeln zueinander angeordnet sein.

Fig. 8 zeigt ein liegend angeordnetes Antriebsmodul 1 mit dem Gestell 2, längs dem zwei Antriebsschlitten 6, 6' verfahrbar sind. Das Gestell 2 ist über zwei unterschiedlich breite Strukturmodule 26, 26' auf dem Boden 47 abgestützt. Die beiden Strukturmodule 26, 26' sind jeweils als Balken- oder Plattenmodule ausgebildet, die von ihren bodenseitigen Schnittstellen 25' aus vertikal nach oben ragen. Auf den beiden Antriebsschlitten 6, 6' ist jeweils ein Tragkörper 49, 49' gelagert, der eine winklig, vorzugsweise unter einem Winkel von 45° zur Verfahrrichtung der Antriebsschlitten 6, 6' liegende Anlenkfläche 50, 50' aufweist. An jeder Anlenkfläche 50, 50' ist das eine Ende eines Stabes 51, 51' angelenkt, deren andere Enden an einem Kopf 52 angelenkt sind. Der Kopf 52 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel ein Bearbeitungskopf mit einem Werkzeug 53, mit dem Werkstücke bearbeitet werden können. Die beiden Stäbe 51, 51' haben eine unveränderbare Länge und dienen als Orientierungsachsen.

In der mit ausgezogenen Linien dargestellten Ausgangslage liegen die beiden Stäbe 51, 51' parallel zueinander und senkrecht zur Anlenkfläche 50, 50'. Dadurch ist der Kopf 52 so angeordnet, daß die Achse des Werkzeuges 53 horizontal verläuft. Aus dieser Ausgangslage kann beispielsweise der Antriebsschlitten 6 in die mit gestrichelten Linien dargestellte Lage verschoben werden. Da der Antriebsschlitten 6 in seiner Ausgangsstellung bleibt, wird der Kopf 52 über den Stab 51 in die mit gestrichelten Linien dargestellte Lage geschwenkt, in welcher die Achse des Werkzeuges 53 winklig, beispielsweise unter 45°, zur Verfahrrichtung der Antriebsschlitten 6, 6' liegt. Je nach Verfahrweg des Antriebsschlittens 6' kann somit der Kopf 52 in die unterschiedlichsten Stellungen gebracht werden. Da die beiden Antriebsschlitten 6, 6' unabhängig voneinander verfahrbar sind, kann der Kopf 52 stufenlos in die unterschiedlichsten Lagen verstellt werden. Die Stäbe 51, 51' sind ausreichend starr, so daß sie die bei der Bearbeitung des Werkstückes mit dem Werkzeug 53 auftretenden Kräfte aufnehmen und über die Antriebsschlitten 6, 6' auf das Gestell 2 und über die Strukturmodule 26, 26' in den Boden 47 leiten können.

Fig. 9 zeigt ein Antriebsmodul 1 entsprechend den Fig. 1 bis 4, das über seine Schnittstellen 3 mit einem Strukturmodul 28 verbunden ist. Es hat in Seitenansicht Trapezform mit einer senkrechten Stirnseite 54, die den Winkel β von 90° mit dem Boden 47 einschließt.

An der Stirnseite 54 des Strukturmoduls 28 sind die Schnittstellen vorgesehen, die mit den Schnittstellen 3 des Antriebsmoduls 1 zusammenwirken. Das Strukturmodul 28 weist zur Befestigung am Boden 47 eine mechanische

Schnittstelle 28' auf, die wie die Schnittstellen 25, 25' der Strukturmodule 26, 26', 27 als Anschlußplatte ausgebildet sein kann.

Fig. 10 zeigt drei Antriebsmodule 1, die in einer Stabkinematikmaschine mit senkrechten Gestellmodulen 29 und Strukturmodulen gekoppelt sind. Die Gestellmodule 29 haben gleiche Ausbildung und sind als vertikale Stützen ausgebildet, die am unteren Ende über eine mechanische Schnittstelle 29' auf dem Boden befestigt werden können. Vorteilhaft ist die Schnittstelle 29 als Anschlußplatte ausgebildet. Die Antriebsmodule 1 sind über ihre Schnittstellen 3 an entsprechenden Schnittstellen an einer Stirnseite der Gestellmodule 29 befestigt. Jedes Antriebsmodul 1 hat einen Antriebsschlitten 6, der vertikal längs des Gestelles 2 verfahrbar ist. Auf der Oberseite jedes Gestelles 2 ist jeweils ein Gehäuse 41 vorgesehen, das den Leistungsverstärker 13 und die Steuerung 14 sowie die elektrische Schnittstelle 15 für die übergeordnete Steuerung aufweist.

Jeder Antriebsschlitten 6 hat zwei Tragkörper 49, deren Anlenkflächen 50 schräg nach unten geneigt verlaufen. An jeder Anlenkfläche 50 der Tragkörper 49 ist jeweils das eine Ende von Parallelstabpaaren 55, 56 angelenkt. Die anderen Enden der Parallelstabpaare 55, 56 sind an einer Bearbeitungseinheit 57 angelenkt, die ein Werkzeug 58 trägt.

Durch Verfahren der Antriebsschlitten 6 längs des Gestelles 2 wird die Bearbeitungseinheit 57 im Raum in jede gewünschte Lage verstellt. Die drei Antriebsmodule 1 sind derart angeordnet, daß die an ihnen angreifenden Parallelstabpaare 55, 56 in rechtwinklig zueinander liegenden Ebenen angeordnet sind. Die Antriebsschlitten sind unabhängig voneinander verfahrbar, wobei der Verfahrweg über die übergeordnete Steuerung bestimmt wird.

Die Antriebsmodule 1 sind miteinander durch (nicht dargestellte) Strukturmodule 26 (Fig. 6a bzw. 7a) miteinander verbunden, so daß die Stabkinematikmaschine eine hohe Steifigkeit hat.

Fig. 11 zeigt eine Ausführungsform, bei der das Antriebsmodul 1, das zwei Antriebsschlitten 6, 6' aufweist, zwischen zwei Strukturmodulen 59, 60 angeordnet ist. Beide Strukturmodule 59, 60 sind quaderförmig ausgebildet und erstrecken sich vorteilhaft über die Länge des Antriebsmoduls 1. Die Strukturmodule 59, 60 haben vorteilhaft eine solche Dicke, daß ihre Oberseite mit der Oberseite des Antriebsmoduls 1 in einer gemeinsamen Ebene liegt. Vorteilhaft bestehen die quaderförmigen Strukturmodule 59, 60 aus Polymerbeton. Die mechanischen Schnittstellen des Antriebsmoduls 1 sind so ausgebildet, daß es mit den Strukturmodulen 59, 60 sicher verbunden werden kann. Das Antriebsmodul 1 und die beiderseits von ihm liegenden Strukturmodule 59, 60 sind auf einem quaderförmigen Strukturmodul 61 befestigt das ebenfalls vorteilhaft aus Polymerbeton besteht. Es hat solche Abmessungen, daß seine Seitenflächen und seine Stirnseiten fluchtend zu den entsprechenden Seitenflächen und Stirnseiten des Antriebsmoduls 1 und der Strukturmodule 59, 60 liegen.

Es ist möglich, die Strukturmodule 59 und/oder 60 einstückig mit dem Strukturmodul 61 auszubilden.

Die Antriebsschlitten 6, 6' tragen jeweils einen plattenförmigen Gelenkarm 62, 63. Sie sind mit ihrem einen Ende um eine senkrecht zur Verschieberichtung der Antriebsschlitten 6, 6' liegende Achse 64, 65 schwenkbar. Am anderen Ende der Gelenkarme 62, 63 ist über jeweils eine parallel zu den Schwenkachsen 64, 65 liegende Schwenkachse 66 eine Bearbeitungseinheit 67 schwenkbar gelagert. Die beiden Gelenkarme 62, 63 bilden eine Einfachscher, mit welcher die Bearbeitungseinheit 67 und damit das entsprechende Werkzeug 68 verstellt werden kann. Die beiden Antriebsschlitten 6, 6' sind vorteilhaft unabhängig voneinander verstellbar.

Fig. 12 zeigt eine Ausführungsform, bei der zwei Antriebsmodule 1 mit ihren Längsseiten aneinanderliegend auf dem Strukturmodul 61 angeordnet sind. Die aneinanderliegenden Antriebsmodule 1 haben insgesamt die gleiche Breite wie das Strukturmodul 59 gemäß Fig. 11. Die aneinanderliegenden Antriebsmodule 1 sind über ihre Schnittstellen 3 fest miteinander verbunden. Jedes Antriebsmodul 1 weist zwei Antriebsschlitten 6, 6' auf, die vorzugsweise unabhängig voneinander verfahrbar sind. Die Antriebsmodule 6, 6' sind für eine Scherenkinematik mit vier Freiheitsgraden vorgesehen. Auf jedem Antriebsschlitten 6, 6' ist jeweils ein Gelenk 69, 70 vorgesehen, mit dem die einen Enden von Stäben 71, 72 gelenkig mit den Antriebsschlitten verbunden sind. Die anderen Enden der Stäbe 71, 72 sind über weitere Gelenke 73 mit der Bearbeitungseinheit 67 verbunden. Die Gelenke 70, 71 oder 73 sind aktive Gelenke, mit denen die Stäbe 71, 72 quer zur Verfahrrichtung 74 der Antriebsschlitten 6, 6' verstellt werden können. Die Strukturmodule 60, 61 können auch einstückig miteinander ausgebildet sein.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 13 hat wiederum die beiden mit ihren Längsseiten aneinanderliegenden Antriebsmodule 1, die zwischen dem Strukturmodul 60 und einem schmaleren Strukturmodul 75 angeordnet sind. Die Verbindung der Antriebsmodule 1 mit den Strukturmodulen 60, 75 erfolgt wieder über die Schnittstellen der Antriebsmodule 1. Die Strukturmodule 60, 75 und die Antriebsmodule 1 haben gleiche Länge und Dicke und sind auf dem Strukturmodul 61 angeordnet. Die Antriebsmodule 1 sind gleich ausgebildet wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 12. Die Bearbeitungseinheit 67 kann mit den Stäben 71, 72 in vier Freiheitsgraden bewegt werden. Wie beim vorigen Ausführungsbeispiel liegen die Längsseiten und die Stirnseiten der Strukturmodule 60, 65 sowie der Antriebsmodule 1 jeweils in einer gemeinsamen Ebene mit den entsprechenden Außen- und Stirnseiten des unteren Strukturmoduls 61. Die oberen Strukturmodule 60, 65 können vom Strukturmodul 61 getrennte Bauelemente sein. Es ist aber auch möglich, beide Strukturmodule 60, 65 oder nur eines von ihnen einstückig mit dem unteren Strukturmodul 61 auszubilden.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 14 hat ein unteres Strukturmodul 76, das quaderförmig ausgebildet ist und auf dem zwei gleich ausgebildete Strukturmodule 77, 78 angeordnet sind. Die beiden Strukturmodule 77, 78 liegen mit Abstand voneinander und mit ihren voneinander abgewandten Außenseiten in einer Ebene mit den entsprechenden Außenseiten des unteren Strukturmoduls 76. Auch die Stirnseiten der Strukturmodule 77, 78 liegen jeweils in einer gemeinsamen Ebene mit den beiden Stirnseiten des Strukturmoduls 76.

Auf den Strukturmodulen 77, 78 ist jeweils ein Antriebsmodul 1 angeordnet. An den einander zugewandten Außenseiten der Antriebsmodule 1 ist jeweils ein weiteres Strukturmodul 79 vorgesehen. Diese beiden Strukturmodule 79, 80 sind gleich ausgebildet, jedoch schmaler als die Strukturmodule 77, 78. Die einander zugewandten Außenseiten 81, 82 liegen jeweils in einer gemeinsamen Ebene mit den einander zugewandten Außenseiten 83, 84 der Strukturmodule 77, 78. Auch die Stirnseiten der schmalen Strukturmodule 78, 79 liegen jeweils in einer Ebene mit den entsprechenden Stirnseiten der Strukturmodule 77, 78 und 76.

Die beiden Antriebsmodule 1 weisen jeweils einen Antriebsschlitten 6 auf. Quer zu den beiden Antriebsmodulen 1 kann auf den beiden Antriebsschlitten 6 ein weiteres Antriebsmodul 1 montiert werden, um eine zweiachsige Anordnung zu erhalten. Der Aufbau gemäß Fig. 14 entspricht dem Aufbau einer Portalmaschine.

Es können auch Antriebsmodule 1 mit mehreren Antriebsschlitten verwendet werden. Dann eignet sich die Vor-

richtung gemäß Fig. 14 für eine Kulissenmaschine (vier Schlitten) oder für eine Stabkinematikmaschine, die sechs Antriebsschlitten aufweist.

Die Strukturmodule 76 bis 80 können wiederum einstückig miteinander ausgebildet sein. Es ist aber auch möglich, eines oder mehrere der Strukturmodule als Einzelelement auszubilden.

Die Fig. 11 bis 14 zeigen jeweils Vorrichtungen, die mit der Breitseite des unteren Strukturmoduls 61, 76 auf dem Untergrund ruhen. Die Vorrichtungen können selbstverständlich auch so angeordnet sein, daß die Strukturmodule mit ihren Stirnseiten oder ihren Längsseiten auf dem Untergrund ruhen. Auch können die Vorrichtungen gemäß den Fig. 11 bis 14 beispielsweise an einer vertikalen oder schrägen Wand oder an einer Decke hängend montiert sein.

Bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 11 bis 14 sind die Antriebsmodule 1 nach oben offen, d. h. die Antriebsschlitten 6, 6' stehen nach oben über die Antriebsmodule 1 vor.

Die Strukturmodule 59 bis 61, 75 bis 80 bestehen vorteilhaft jeweils aus Polymerbeton. Das Raster dieser Strukturmodule entspricht dabei dem Maß der Antriebsmodule 1. Sie sind über ihre Schnittstellen mit dem jeweiligen Strukturmodul fest verbunden. Die Strukturmodule aus Polymerbeton sind so gefertigt, daß die Energieversorgung (Spannungsversorgung, Pneumatik, Kühlmittel und dergleichen) sowie die Steuerleitungen in den Polymerbeton eingegossen sind. Die einzelnen Polymerbeton-Strukturmodule weisen dann Steckverbindungen auf, so daß beim Zusammenfügen der Strukturmodule auch die entsprechenden Energie- und Steuerleitungen miteinander verbunden werden.

Bei den beschriebenen und dargestellten Ausführungsbeispielen sind die Antriebe, die Führungs- und Meßmittel innerhalb des tragenden, eigensteifen Gestelles 2 angeordnet. Das Gestell 2 mit dem jeweiligen Antriebssystem 34, 42 ist in das eigensteife Gestell 2 integriert, wodurch ein Baukastenelement beispielsweise für Werkzeugmaschinen gebildet wird, das der Anwender lediglich einbauen bzw. mit weiteren Elementen verbinden muß. Die Zuordnung von Antriebssystem 34, 42 und Gestell 2 ist bereits vorgegeben, so daß der mit der Konstruktion einer Maschine befaßte Fachmann nicht mehr vor dem Problem steht, ein Gestell an das Antriebssystem anzupassen und auf dieses Antriebssystem abzustimmen. Das eigensteife Gestell 2 mit dem eingebauten Antriebssystem 34, 42 stellt eine einbaufertige Einheit dar. In dem Gestell 2 können wenigstens zwei unterschiedliche Antriebsprinzipien untergebracht werden, nämlich das Lineardirektantriebssystem 34 oder der Kugelgewindeantrieb 42. In das Gestell 2 sind außerdem alle zum jeweiligen Antriebssystem gehörigen Teilsysteme integriert. Die Gestelle 2 sind so ausgebildet, daß sie einen Einfach- und einen Mehrschlittenbetrieb zulassen. Die mechanischen Schnittstellen 3 sowie weitere Strukturelemente sind am Gestell 2 vorgesehen. Zu den integrierten Elementen gehören insbesondere die Leistungselektronik 13, 14 für den Antrieb der Antriebsschlitten 6, 6' sowie der zugehörige Rechner zur Regelung des Antriebes.

Patentansprüche

1. Antriebseinheit für eine Maschine, vorzugsweise eine Bearbeitungsmaschine, mit einem Antriebssystem für mindestens einen Antriebsschlitten, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Antriebssystem (34, 42) wenigstens teilweise in ein eigensteifes, tragendes Gestell (2, 2a) eingebunden ist.
2. Antriebseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestell (2) das Antriebssystem (34,

42) wenigstens teilweise umgibt.

3. Antriebseinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestell (2) U-förmigen Querschnitt aufweist.

4. Antriebseinheit nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebssystem (34, 42) zwischen Schenkeln (30, 31) des Gestelles (2) angeordnet ist. 5

5. Antriebseinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestell (2a) dreieckigen Querschnitt hat. 10

6. Antriebseinheit nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebssystem (34, 42) an der Außenseite des Gestelles (2a) angeordnet ist.

7. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebssystem (34) ein Lineardirektantriebssystem ist. 15

8. Antriebseinheit nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Lineardirektantriebssystem (34) symmetrisch wirkend ausgebildet ist.

9. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebssystem (42) ein Kugelgewindeantrieb ist. 20

10. Antriebseinheit nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Kugelgewindeantrieb (42) eine feststehende Spindel (11) aufweist. 25

11. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestell (2, 2a) Linearführungen (7, 19) für den Antriebsschlitten (6, 6'; 6a, 16, 16') aufweist.

12. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestell (2, 2a) mechanische Schnittstellen (3, 17) aufweist. 30

13. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestell (2, 2a) mit mindestens einem Meßsystem (9, 22) versehen ist. 35

14. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestell (2, 2a) mit wenigstens einer Bremsvorrichtung (10, 23) für den Antriebsschlitten (6, 6', 6a, 16, 16') versehen ist.

15. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinheit (1, 1a) mit einem Leistungsverstärker und/oder einer Steuerung (14) versehen ist. 40

16. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinheit (1, 1a) mindestens eine Schnittstelle (15) für eine übergeordnete Steuerung aufweist. 45

17. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Gestell (2, 2a) mit Antriebssystem (34, 42) ein Gestellteil einer Werkzeugmaschine bildet. 50

18. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß an das Gestell (2, 2a) mindestens ein Strukturmodul (26, 26', 27, 28, 59 bis 61, 75 bis 80) anschließbar ist. 55

19. Antriebseinheit nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Strukturmodul (26, 26', 27, 28, 59 bis 61, 75 bis 80) platten- oder balkenförmig ausgebildet ist.

20. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß an die Antriebsschlitten (6, 6', 6a, 16, 16') Stäbe (50, 51', 55, 56) angelenkt sind, die einen Kopf (52, 57) tragen.

21. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturmodule (59 bis 61, 75 bis 80) aus Polymerbeton bestehen. 60

22. Antriebseinheit nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturmodule

(59 bis 61, 75 bis 80) integrierte Energie- und/oder Steuerleitungen aufweisen.

Hierzu 15 Seite(n) Zeichnungen

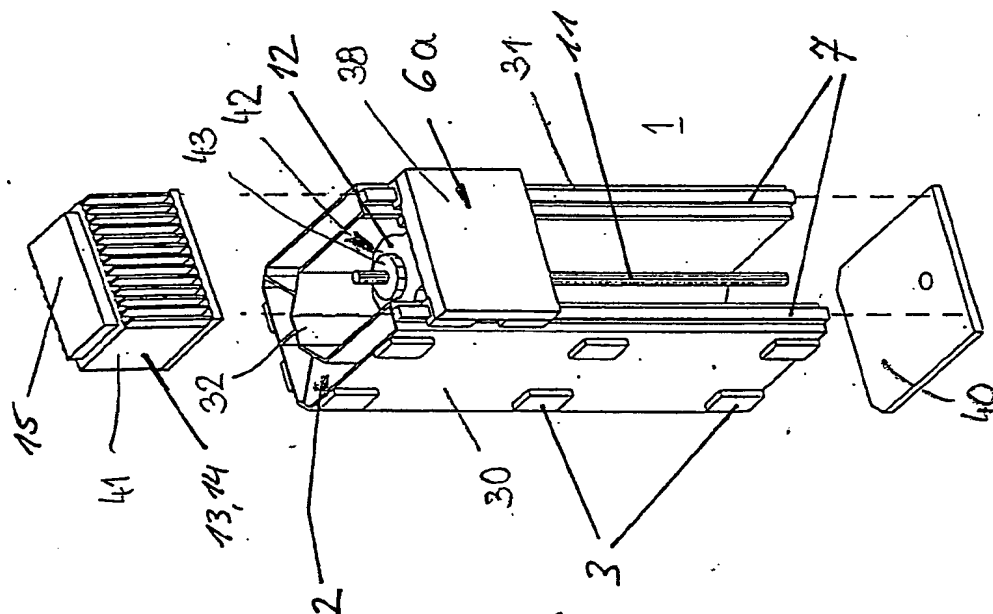


Fig. 2

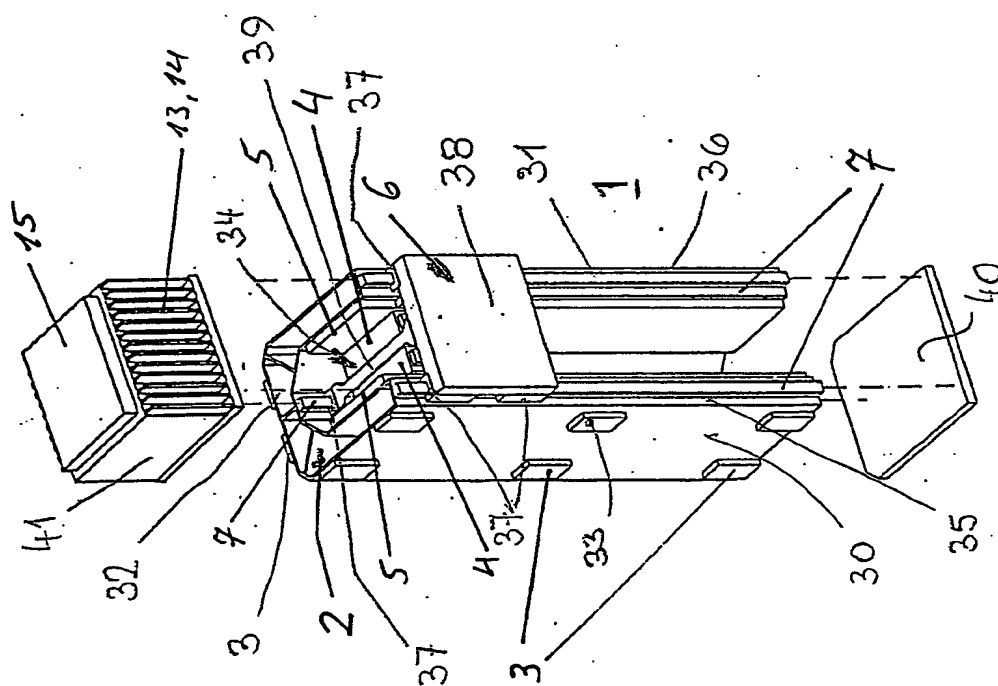


Fig. 1

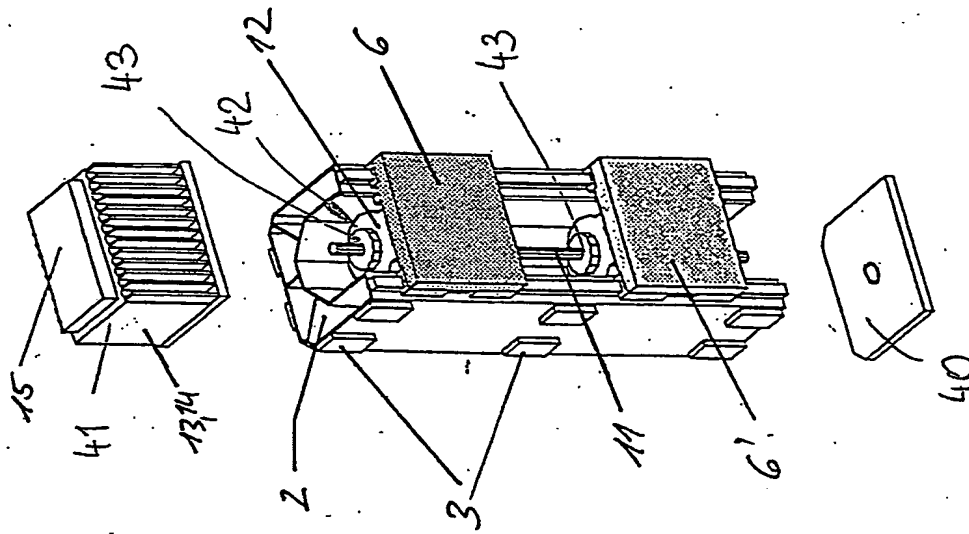


Fig. 4

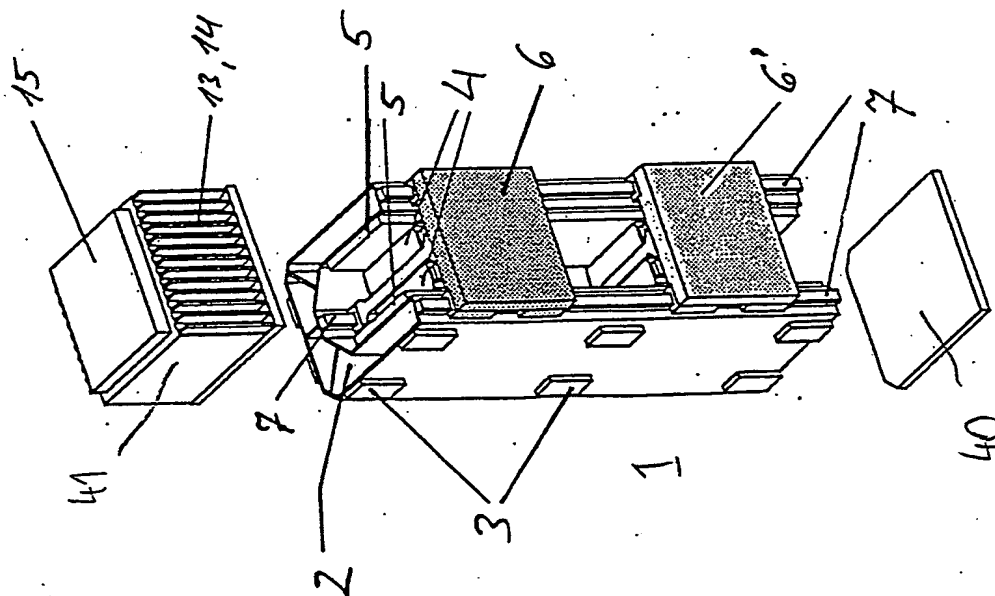


Fig. 3

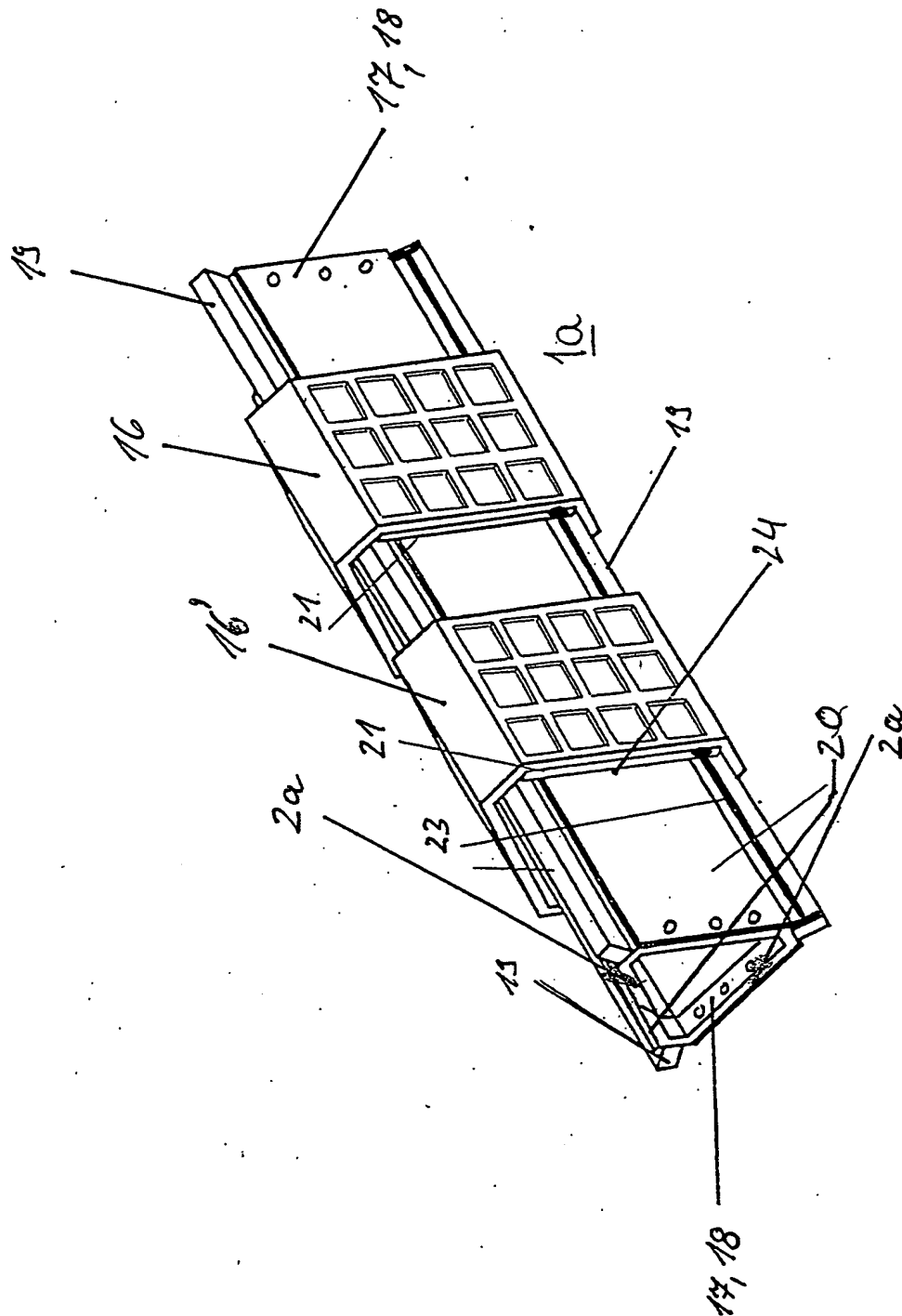


Fig 5

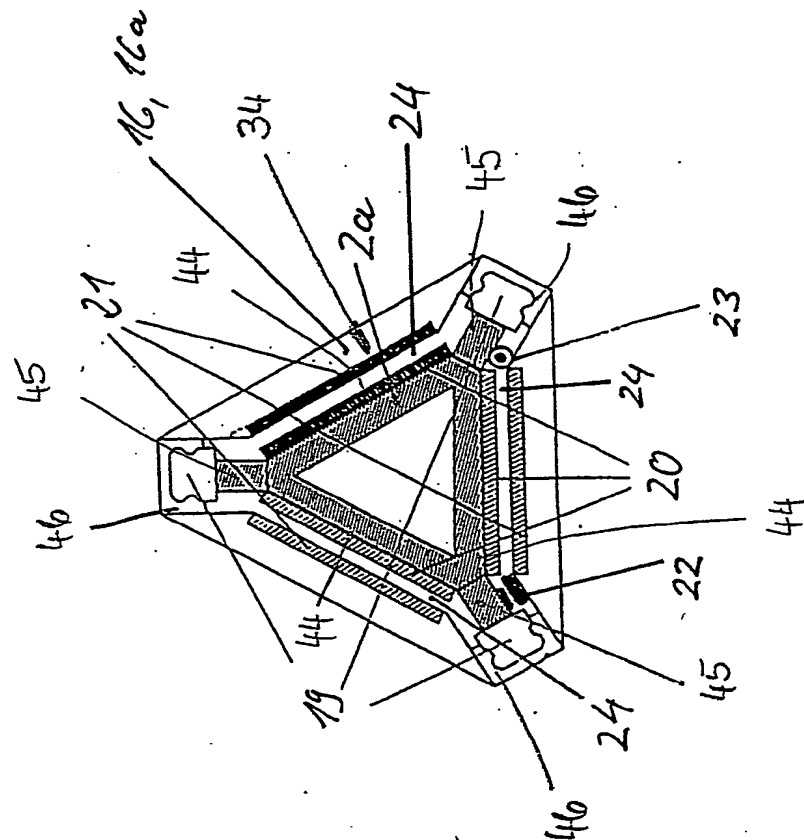


Fig 5a

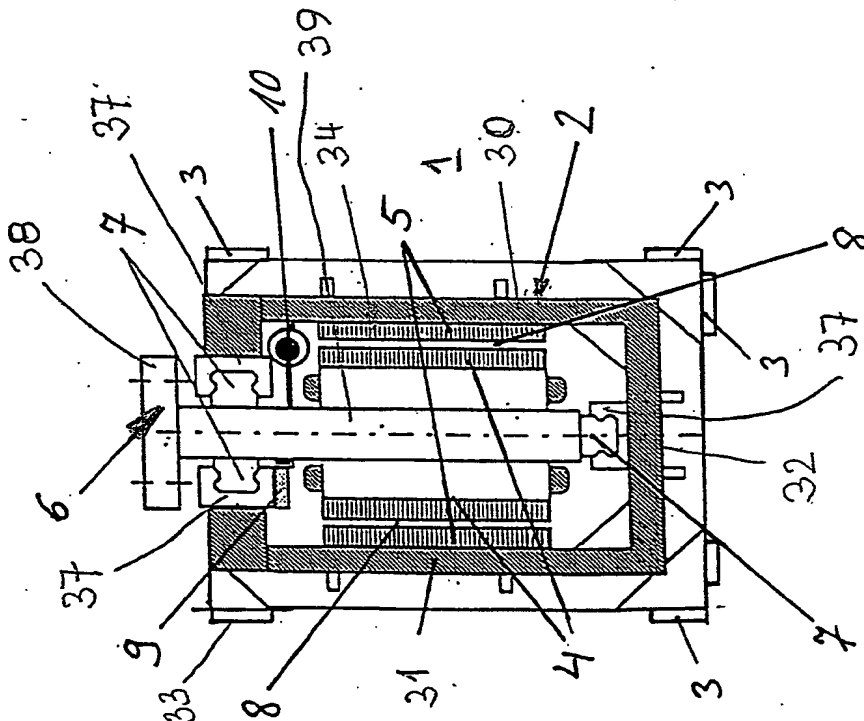


Fig 1a

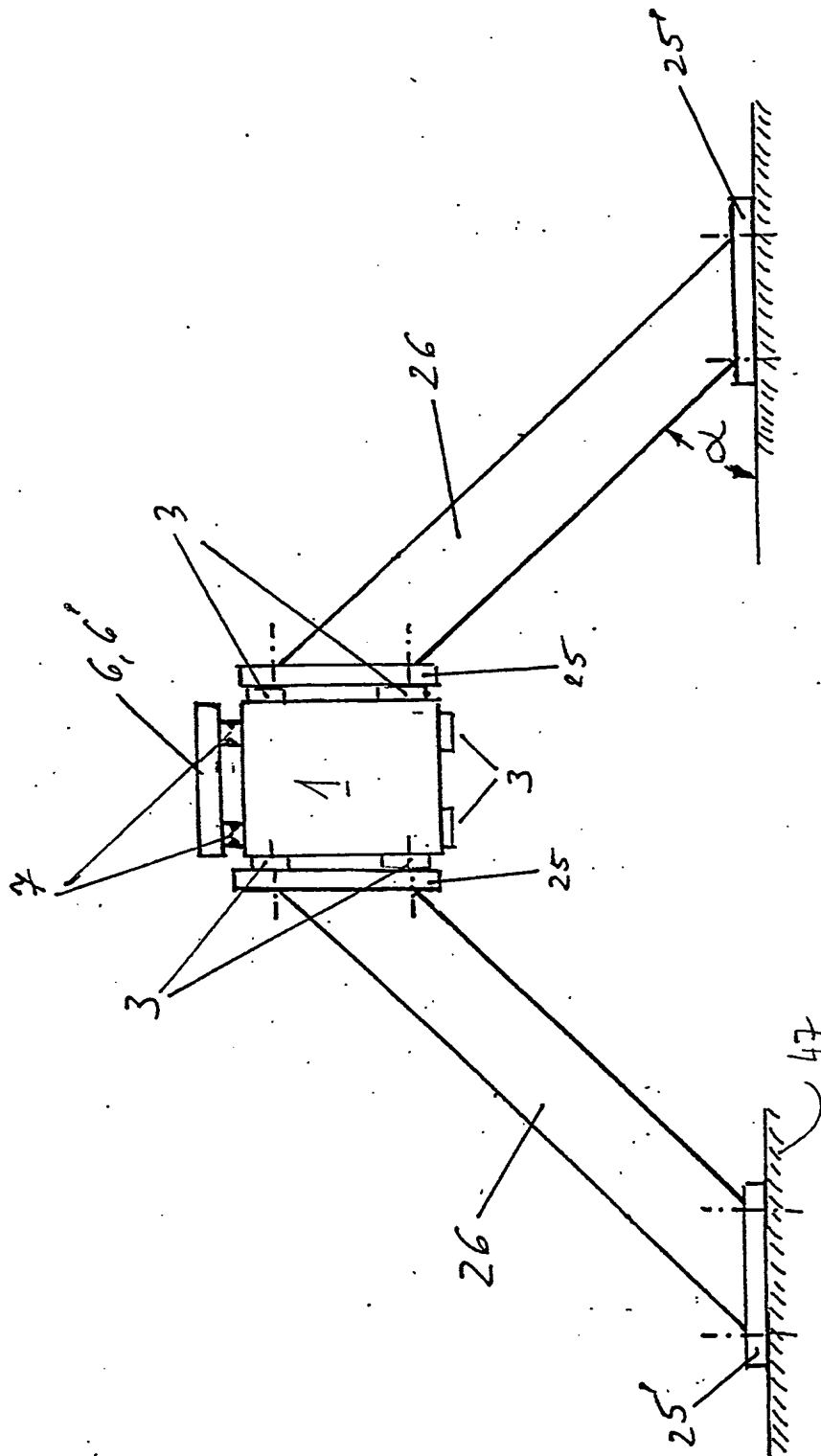


Fig 6a

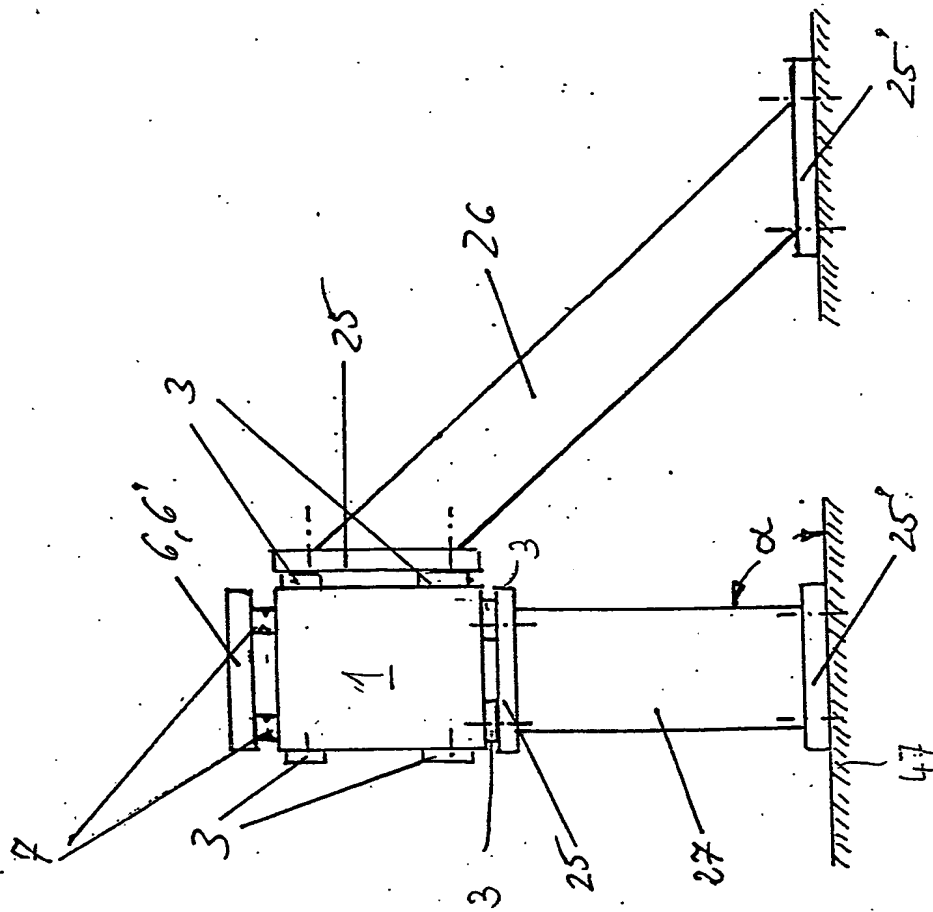


Fig 65

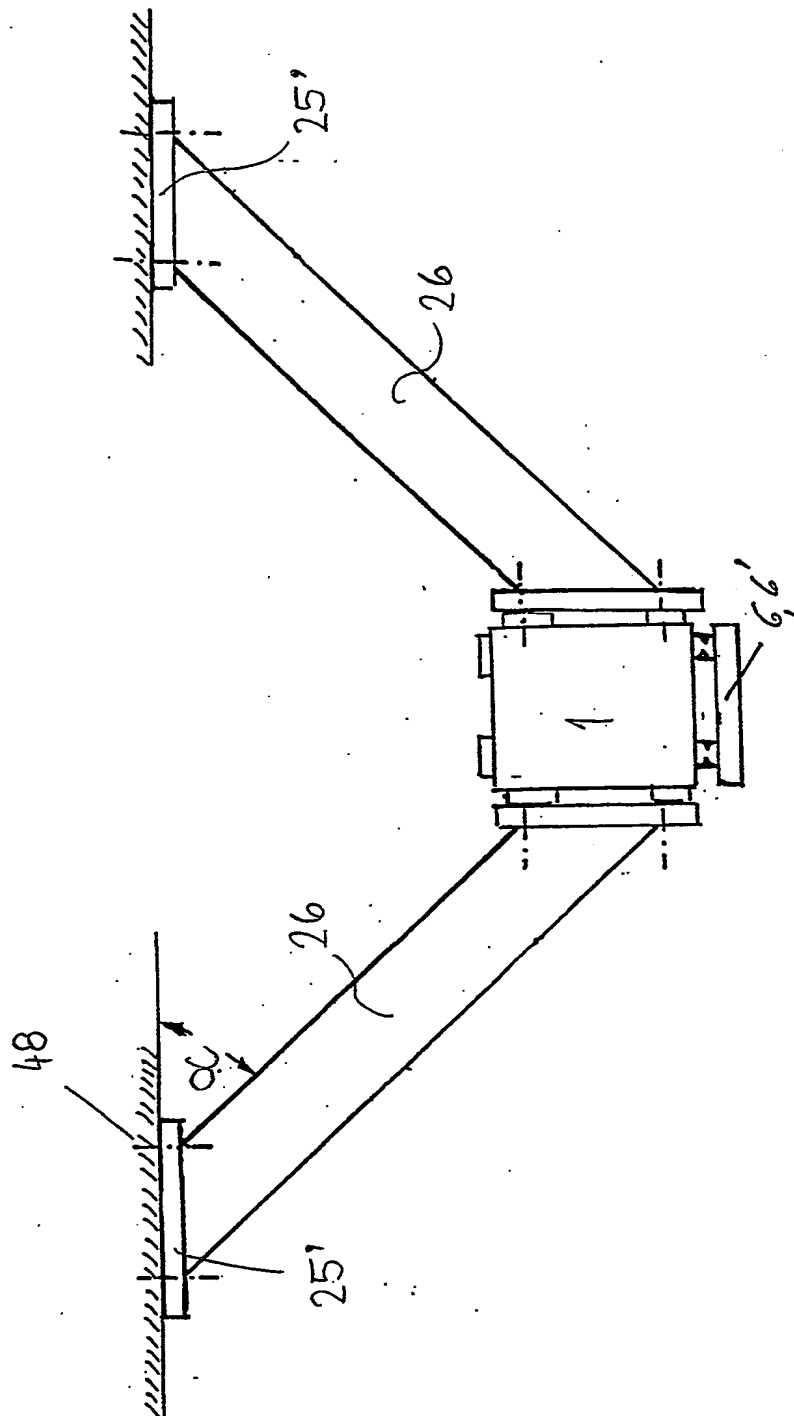


Fig 6c

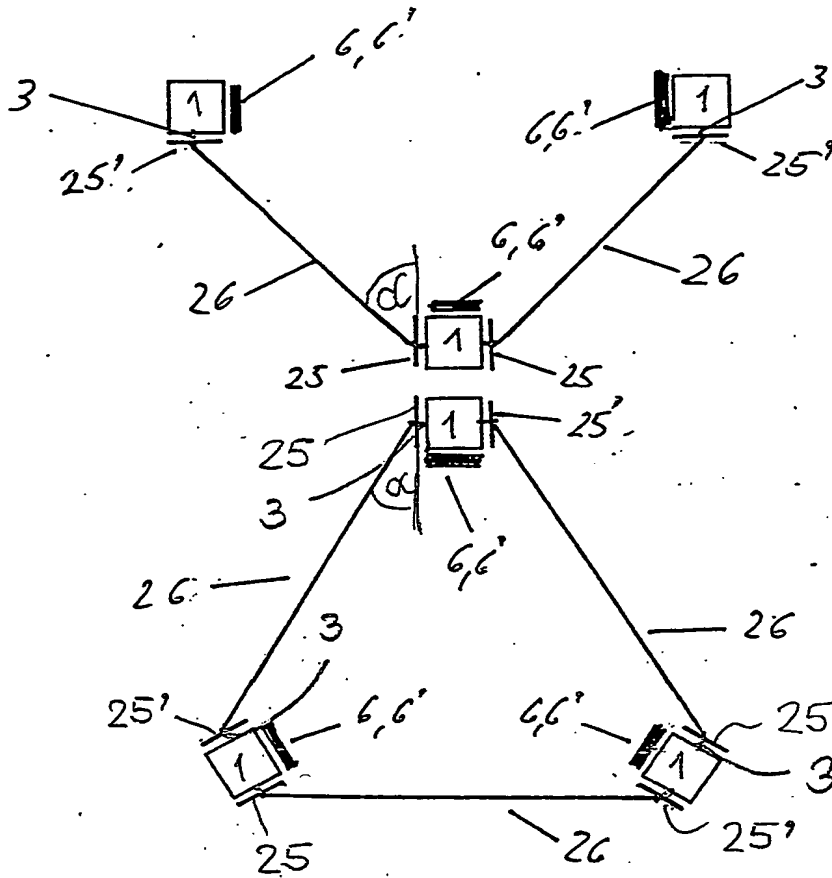


Fig. 7a

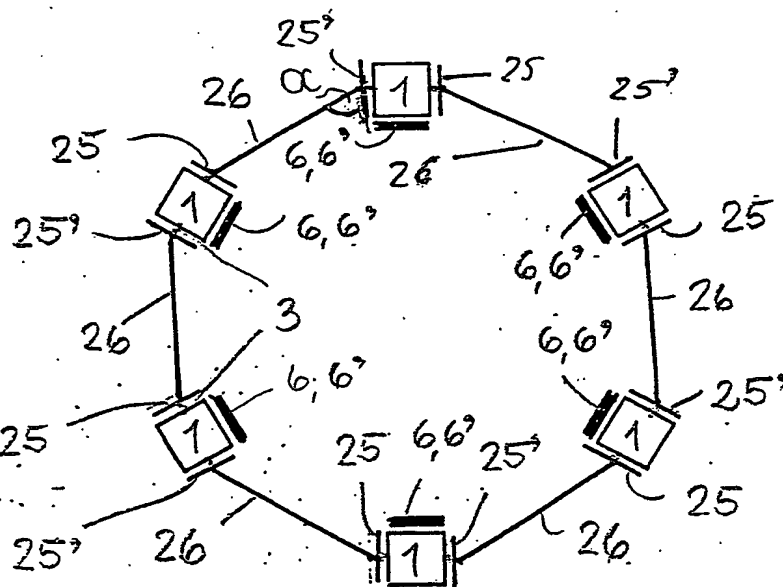


Fig. 7b

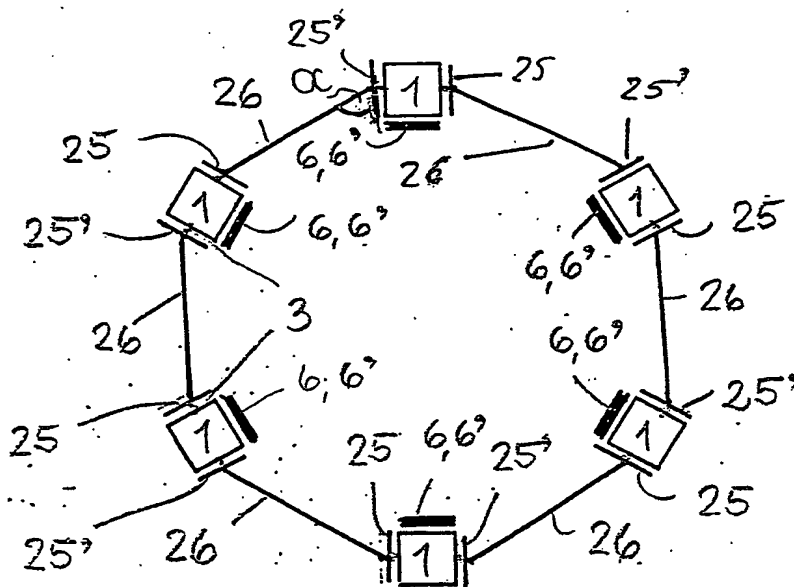


Fig. 7c

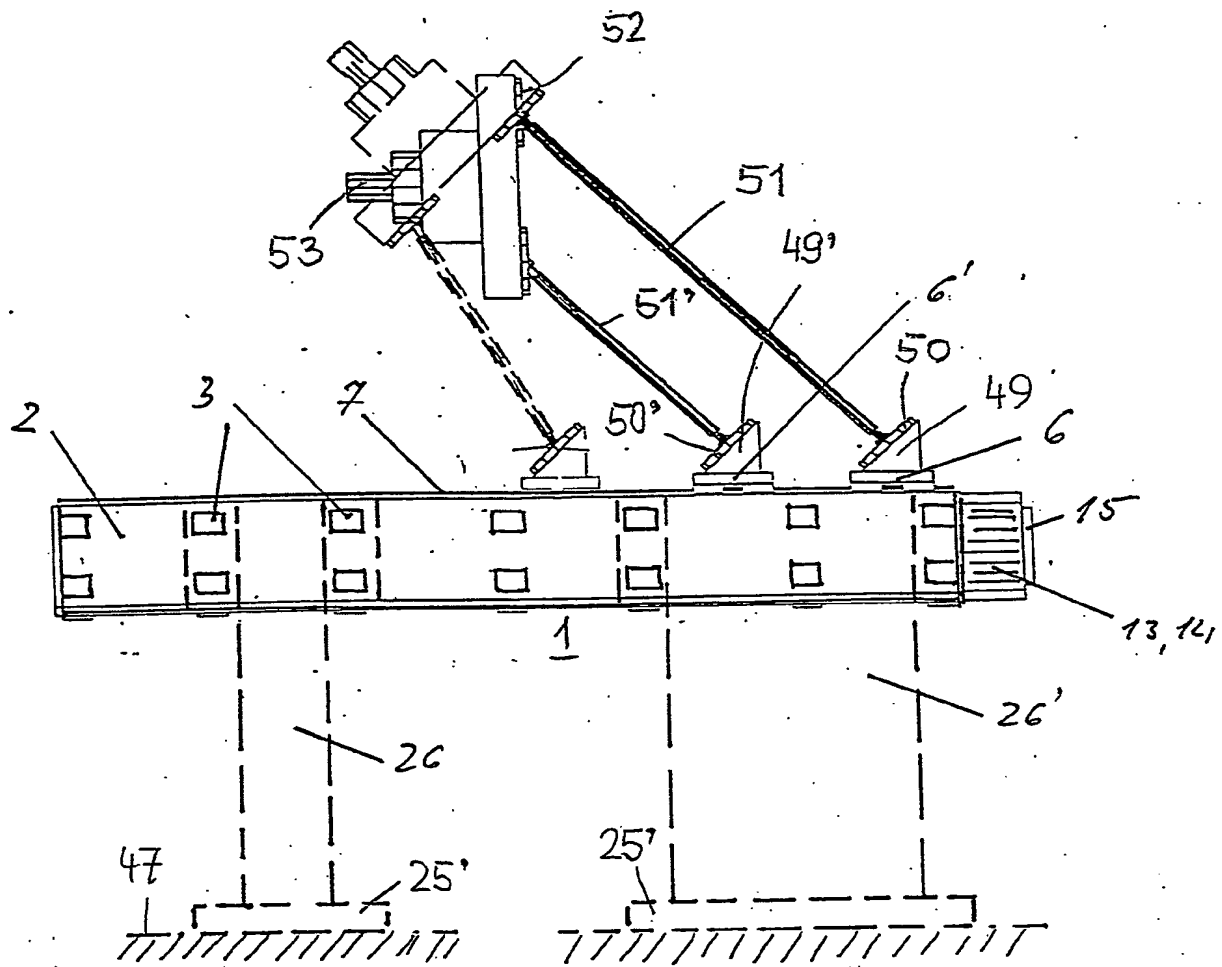


Fig 8

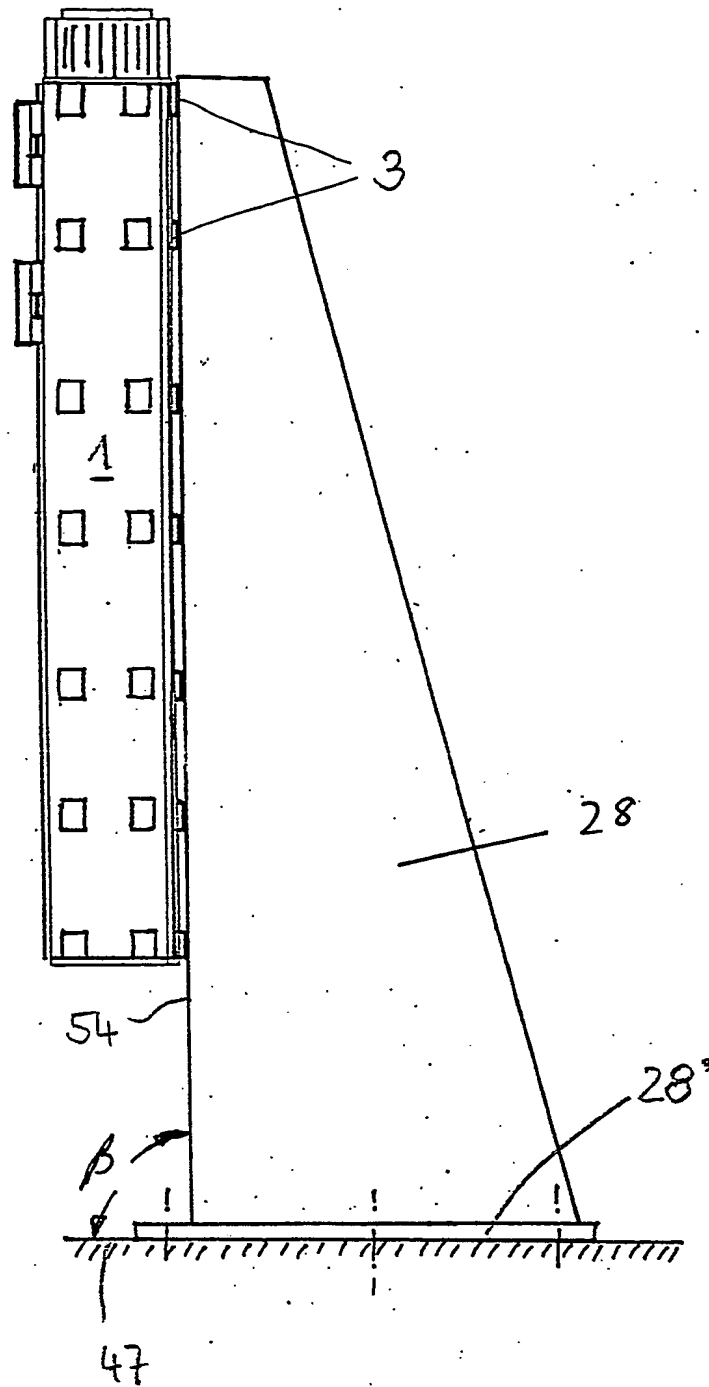


Fig 9

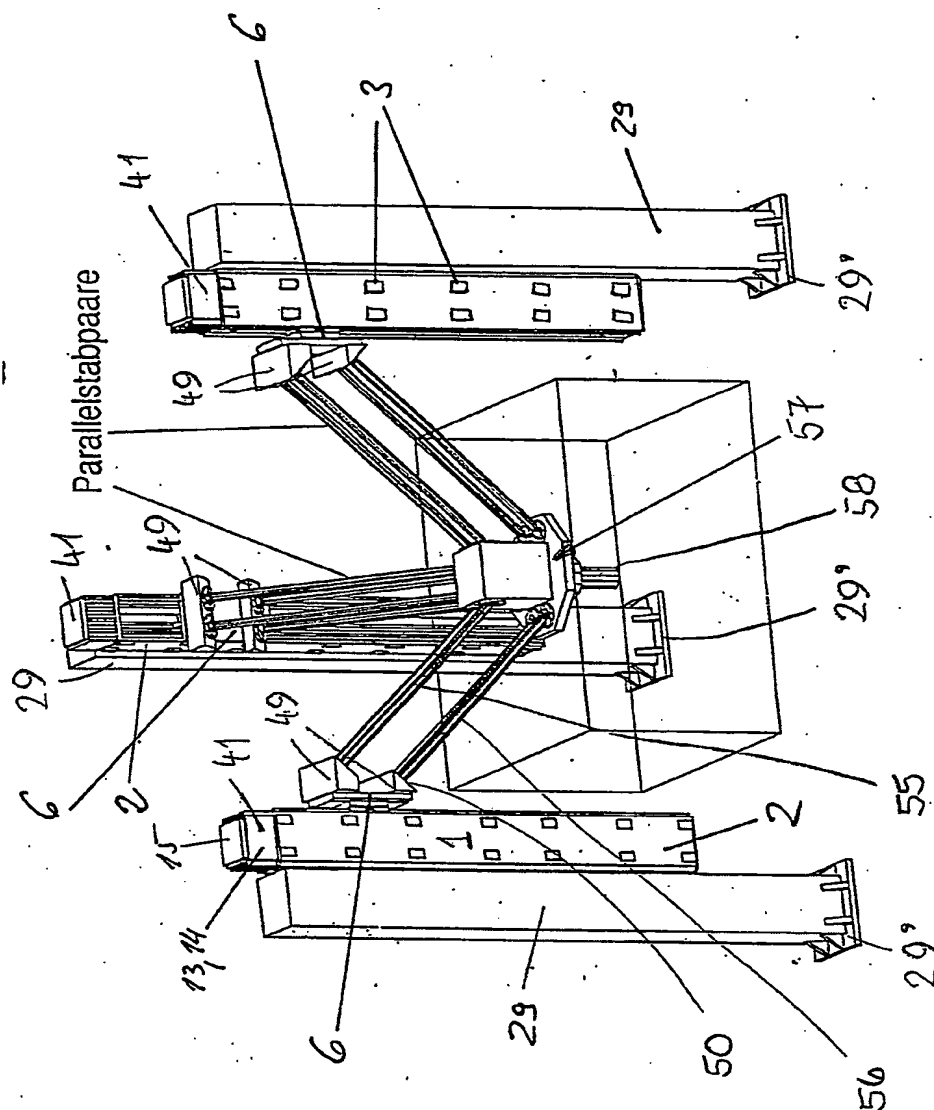


Fig. 10

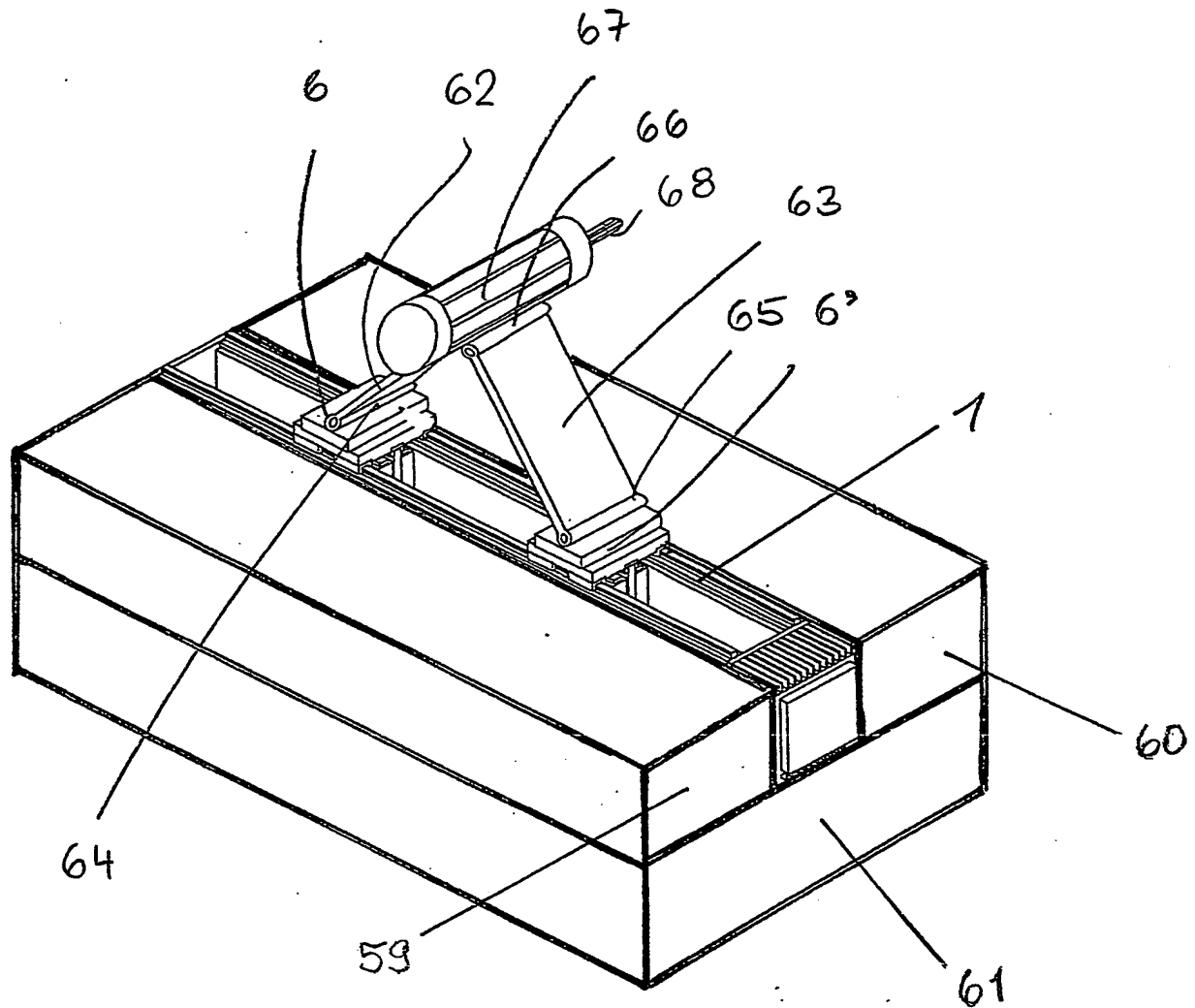


Fig. 11

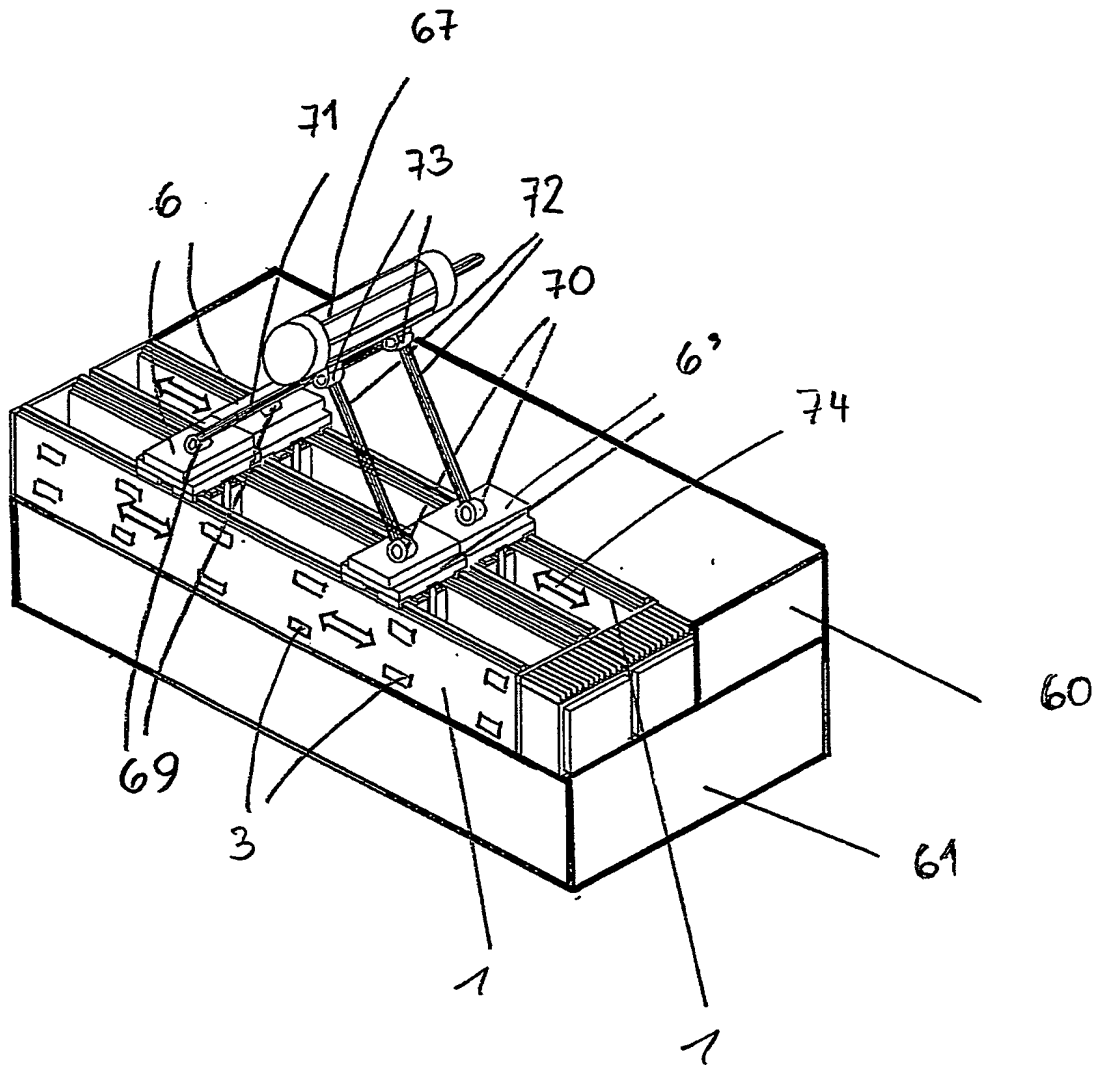


Fig. 12

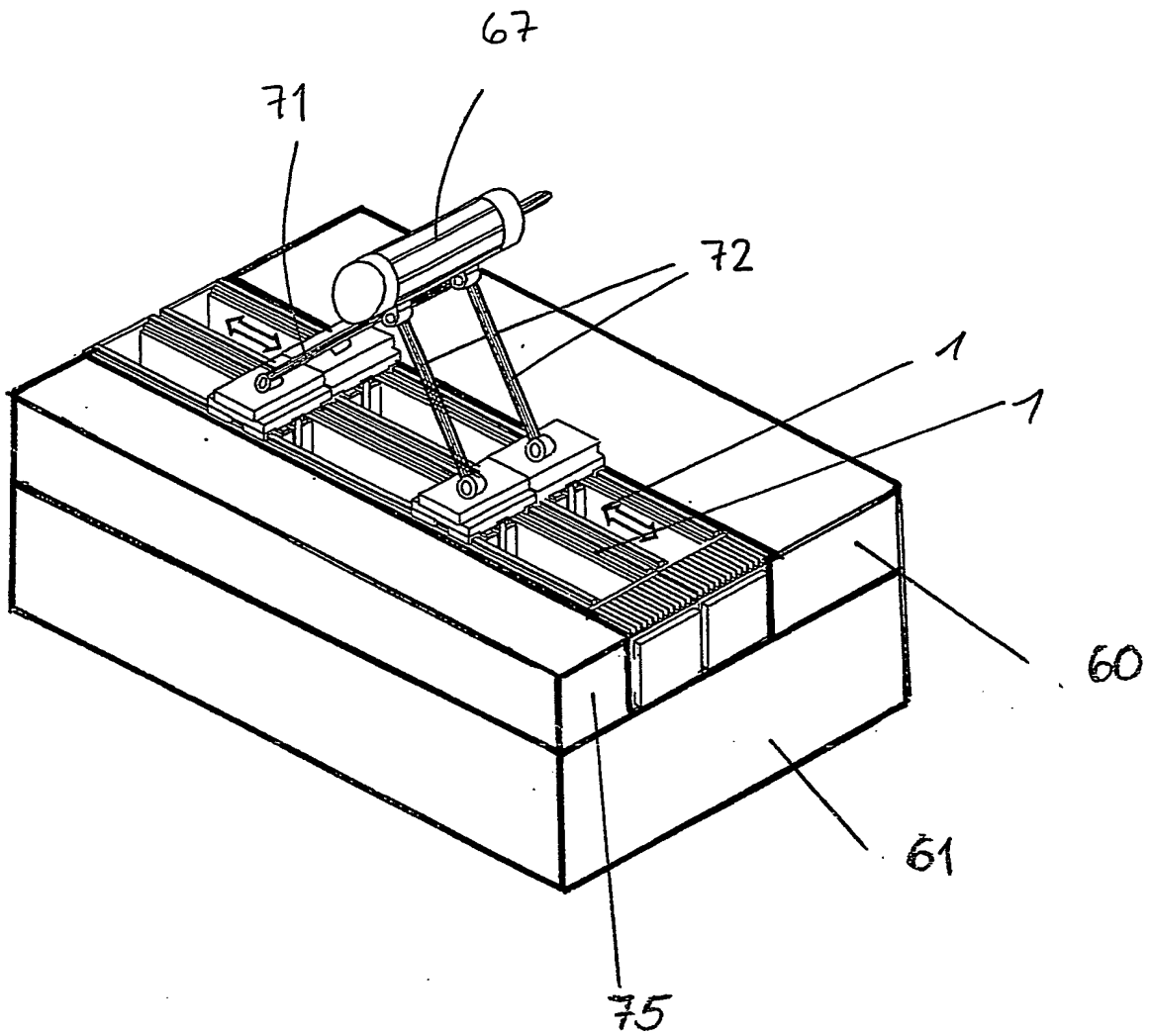


Fig 13

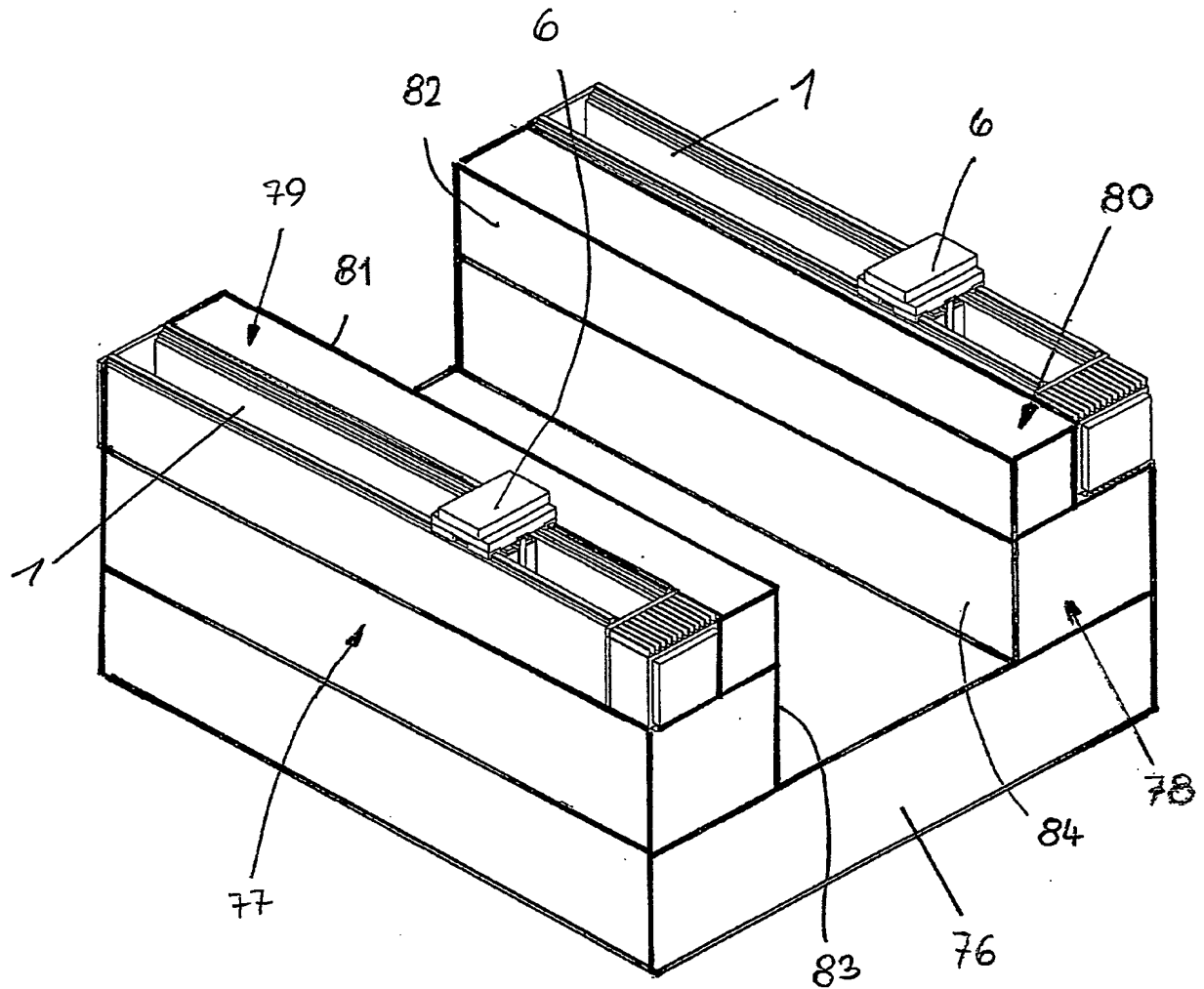


Fig. 14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

